

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11)特許出願公表番号

特表平7-503337

第6部門第4区分

(43)公表日 平成7年(1995)4月6日

| | | | |
|---------------|------|---------|----------------------------------|
| (51) Int.Cl.* | 識別記号 | 序内整理番号 | F I |
| G 11 B 5/66 | | 9196-5D | |
| C 22 C 19/00 | H | 7217-4K | |
| C 23 C 14/06 | T | 9271-4K | |
| 14/24 | P | 9271-4K | |
| | | 7371-5E | H 01 F 1/00 Z |
| | | | 審査請求 未請求 予偏査請求 有 (全 12 頁) 最終頁に続く |

(21)出願番号 特願平5-511674
(86)(22)出願日 平成4年(1992)12月7日
(85)翻訳文提出日 平成6年(1994)7月1日
(86)国際出願番号 PCT/US92/10485
(87)国際公開番号 WO93/12928
(87)国際公開日 平成5年(1993)7月8日
(31)優先権主張番号 817.282
(32)優先日 1992年1月3日
(33)優先権主張国 米国(US)
(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE,
DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, M
C, NL, PT, SE), JP, KR

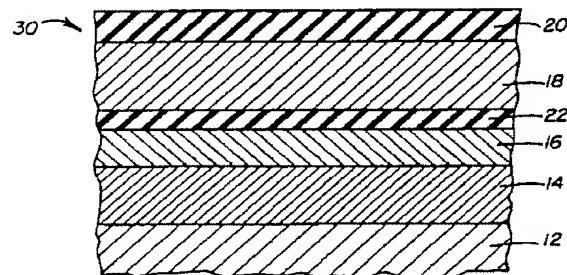
(71)出願人 コナー ベリフェラルズ インコーポレイ
テッド
アメリカ合衆国 カリフォルニア州
95134-2128 サンホセ ザンカーロ
ード 3081
(72)発明者 リード ウィリアム ビー
アメリカ合衆国 カリフォルニア州
95122 サンホセ ロバーツ アベニュー
1682
(74)代理人 弁理士 中村 稔 (外6名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 軟磁性材料を用いた磁気記録媒体

(57)【要約】

ソフトな磁気層(18)と比較的薄い磁気記録層(16)とを分離する非磁気層(22)の薄層を用いた磁気記録媒体を開示する。本発明の磁気記録媒体は、慣用的な磁気記録材料を取り入れることができ、薄い非磁気層(22)はシリコン、クロム又はカーボンで形成できる。磁気記録媒体は、スパッタリング又は他の蒸着方法により製造できる。本発明による磁気記録媒体の製造方法は、基板(12)上に直接蒸着するか、任意により核層(14)上に蒸着することもできる。薄い非磁気層(22)は磁気記録層(16)とソフトな磁気層(18)とを分離する。ソフトな磁気層(18)上には保護層(20)が設けられている。蒸着は、磁気記録層(16)の一体性を維持する条件下で達成される。



特表平7-503337 (2)

請求の範囲

1. a) 基板と、
b) 薄い磁気記録層と、
c) ソフトな磁気層と、
d) 磁気記録層とソフトな磁気層との間に介在された比較的薄い非磁気層とを有することを特徴とする磁気記録媒体。
2. 前記磁気記録層の直ぐ下に位置する核層を更に有することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の磁気記録媒体。
3. a) ディスク基板と、
b) 該基板上に蒸着された薄い磁気記録層と、
c) 磁気記録層上に蒸着された比較的薄い非磁気層と、
d) ソフトな磁気層とを有し、非磁気層が磁気記録層及びソフトな磁気層と物理的に接触するように、ソフトな磁気層が非磁気層上に直接蒸着されていることを特徴とする磁気記録媒体。
4. a) 周方向に組織化した表面を備えた亞鉄酸ニッケルめっきアルミニウムディスクと、
b) 前記表面に直接蒸着された核層とを有し、該核層がクロムからなり、
c) 核層上に直接蒸着された薄い磁気記録層と有し、該磁気記録層が、
CoNiCr、CoCrTa、CoCrPt、CoNiPt及びCoNiCrPtからなる群から選択されたコバルト合金からなり、
d) 磁気記録層上に直接蒸着された比較的薄い非磁気層と有し、該非磁気層がシリコン、カーボン及びクロムからなる群から選択された材料からなり、
e) 非磁気層上に直接蒸着されたソフトな磁気層と有し、該ソフトな磁気層がCoZrNb、AlFeSi及びNiFeからなる群から選択された材料からなり、
f) ソフトな磁気層上に直接蒸着された保護層を更に有し、該保護層がカーボンからなることを特徴とする磁気記録媒体。
5. 前記核層が約1,000～2,000人の間に有することを特徴とする請求の範囲第4項に記載の磁気記録媒体。

6. 前記核層が約2,000～1,000人の間に有することを特徴とする請求の範囲第5項に記載の磁気記録媒体。
7. 前記磁気記録層が約2,000～1,000人の間に有ることを特徴とする請求の範囲第4項に記載の磁気記録媒体。
8. 前記磁気記録媒体が約3,000～7,000人の間に有することを特徴とする請求の範囲第7項に記載の磁気記録媒体。
9. 前記非磁気層が約1,5～3,000人の間に有することを特徴とする請求の範囲第4項に記載の磁気記録媒体。
10. 前記非磁気層が約2,5～1,000人の間に有することを特徴とする請求の範囲第9項に記載の磁気記録媒体。
11. 前記ソフトな磁気層の厚さがキーパ層として作用するのに充分な厚さであることを特徴とする請求の範囲第4項に記載の磁気記録媒体。
12. 前記ソフトな磁気層が、約7,000～1,200人の間に有するNiFeであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の磁気記録媒体。
13. 前記ソフトな磁気層が、約7,500人の厚さを有するNiFeであることを特徴とする請求の範囲第12項に記載の磁気記録媒体。
14. 前記ソフトな磁気層が、約2,500～8,000人の間に有するCoZrNbであることを特徴とする請求の範囲第4項に記載の磁気記録媒体。
15. 前記ソフトな磁気層が、約3,500人の厚さを有するCoZrNbであることを特徴とする請求の範囲第14項に記載の磁気記録媒体。
16. 前記保護層が、約2,000～3,500人の間に有することを特徴とする請求の範囲第4項に記載の磁気記録媒体。
17. 前記保護層が、約2,250～3,500人の間に有することを特徴とする請求の範囲第4項に記載の磁気記録媒体。
18. a) 基板を設け、
b) 該基板上に薄い磁気記録層を蒸着し、
c) 該磁気記録層の一体性を維持し、
d) 磁気記録層上に比較的薄い非磁気層を直接蒸着し、
e) 非磁気層上にソフトな磁気層を直接蒸着する工程を有し、非磁気層が磁気記録層及びソフトな磁気層と物理的に接觸していることを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。

19. a) ディスク基板を設け、
b) 該ディスク基板上に薄い磁気記録層をスパッタリングし、
c) 该磁気記録層上に比較的薄い非磁気層を直接スパッタリングし、
d) 該非磁気層上にソフトな磁気層を直接スパッタリングする工程を有し、非磁気層が磁気記録層及びソフトな磁気層と物理的に接觸していることを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
20. a) 亞鉄酸ニッケルめっきアルミニウムディスク基板を設け、該基板が周方向に組織化された表面を有し、
b) 該組織化された表面上に核層を直接スパッタリングし、
c) 該核層上に薄い磁気記録層を直接スパッタリングし、
d) 該磁気記録層の一体性を維持し、
e) 磁気記録層上に比較的薄い非磁気層をスパッタリングし、
f) 該非磁気層上にソフトな磁気層をスパッタリングする工程を有し、非磁気層が磁気記録層とソフトな磁気層との間に配置され且つこれらの両層と物理的に接觸しており、
g) ソフトな磁気層上に保護層をスパッタリングする工程を更に有することを特徴とする磁気記録媒体の製造方法。
21. 磁気記録媒体に付与されるバイアス磁束が信号伝送領域を形成する磁気記録装置に使用する磁気記録媒体において、
a) 基板と、
b) 薄い磁気記録層と、
c) 该磁気記録層上に直接配置された比較的薄い非磁気層と、
d) 该非磁気層上に直接配置されたソフトな磁気層と有し、該ソフトな磁気層が信号をキーパするのに充分な厚さを有していることを特徴とする磁気記録媒体。
22. 磁気記録媒体に付与されるバイアス磁束が信号伝送領域を形成する磁気記録装置に使用する磁気記録媒体において、

- a) ディスク基板と、
b) 该基板上に直接配置された核層と、
c) 该核層上に直接配置された薄い磁気記録層と、
d) 该磁気記録層上に直接配置された比較的薄い非磁気層と、
e) 该非磁気層上に直接配置されたソフトな磁気層と有し、該ソフトな磁気層が信号をキーパするのに充分な厚さを有し、
f) ソフトな磁気層上に直接配置された保護層を更に有することを特徴とする磁気記録媒体。
23. 前記非磁気遮断層が約2,5～3,000人の間に有することを特徴とする請求の範囲第21項に記載の磁気記録媒体。
24. 前記非磁気遮断層が約2,5～1,500人の間に有することを特徴とする請求の範囲第21項に記載の磁気記録媒体。
25. 前記非磁気遮断層が、シリコン、カーボン、クロム、二酸化ケイ素及びアルミナからなる群から選択された材料からなることを特徴とする請求の範囲第21項に記載の磁気記録媒体。
26. a) 磁気信号を記憶し及び受けるための磁気的な高飽和性材料からなる薄層と、ソフトな磁気材料の層と、これらの両層の間に比較的薄い非磁気層と備えた磁気記録媒体と、
b) 磁気トランジスタを有し、該磁気トランジスタは、該磁気トランジスタを有するための磁気記録媒体に磁気信号を記憶させ且つ磁気記録媒体から磁気信号を受けるように磁気記録媒体に対して配置されており、
c) 磁気記録媒体とヘッドとを対応移動させる手段と、
d) 信号伝送をトランジスタと磁気記録媒体との間に指向させるべく、ソフトな磁気材料の層の領域を飽和させるトランジスタ内にバイアス磁束を発生させる手段とを更に有することを特徴とする磁気信号処理装置。
27. 磁気信号を記憶し及び受けるための磁気トランジスタ及び磁気信号が伝達される隣接磁気記録媒体を用いて磁気信号を処理する方法において、
a) 磁気的な高飽和性磁気記録層と、ソフトな磁気層と、これらの両層の間に比較的薄い非磁気層と備えた磁気記録媒体を設け、

軟磁性材料を用いた磁気記録媒体

発明の背景

発明の分野

本発明は磁気記録媒体に關し、より詳しく述べては、高通磁率材料を用いた多層水平記録媒体に関する。

関連技術の説明

慣用的な記録媒体として、記録ディスク、テープ及び「フロッピ」ディスクがあり、一般に多層構造をなしている。磁気記録媒体のベースは、1層以上の磁性材料を織成的に支持する基板、一般には、亜鉛ニッケルめっきアルミニウムディスク、又は熱可塑性テープ又はフィルムである。最後に、磁気ヘッド又は寫真による磁性材料の磨耗を防止するため、保護層が設けられる。

データは、磁気ヘッド及び電流を用いて磁気層内に磁化ゾーンのパターンを形成することにより記録媒体上に磁気的に記憶される。磁気層内の磁束反転により形成されるゾーン境界がデータを表す。従って、記憶されるデータ量は、大部分が、近接間隔を隔てた個々の磁束反転を支持する磁性材料の能力に基づいている。

磁性材料は、磁化容易軸の配向により特徴付けられる。この配向は、磁気層内の磁気双極子の配向と関連するエネルギー密度を最小にする磁性材料の結晶構造内の方針である。垂直記録媒体の場合には、磁化容易軸は磁性材料の層の表面に対して垂直である。水平記録媒体の場合には、磁化容易軸は磁気層の表面に対して平行である。慣用的なディスクドライブ（ディスク駆動装置）に現在使用されている水平記録媒体は、一般に、1インチ（約25.4mm）当たり約45,000個の磁束変化（4.5kfc）のリニアビット密度を達成する。

垂直記録媒体（媒体）はかなり高密度の記録を約束する。なぜならば、水平記録媒体の層平面とは異なり、垂直記録媒体は、磁気記録層の表面に対して垂直な磁化ゾーンのパターン内に、理論的により多くのデータをパックできるからである。

しかしながら、垂直記録媒体を使用する磁気記録ディスクの商業的利益をもたらす開発が困難なため、水平記録媒体が大きな商業的意味をもつものとなっている。

通常磁性材料の選択は、加えられる磁界により形成される、この材料のヒステリシスなうち「BH」ループに関連して補助される。例えば、磁性材料に誤導された磁化的程度及び磁性材料内に記憶されたデータの対応する信号強度は、磁気記録フィルムとして、大きな磁気モーメントをもつ材料を使用することにより増大できる。従って所与の磁気記録ディスクでは、比較的大きな磁気モーメントをもつ磁性材料の比較的高い層が、比較的小さな磁気モーメントをもつ磁性材料の低い層と同じ強さの信号を与える。大きな磁気モーメントの材料の使用により実現できる他の利益は、より均一な境界強度がヘッドにより検出されること、及びよりシャープに形成される磁気転移により記録されるデータ密度が高められることである。

磁気記録材料の方形性（squareness）、及び磁気飽和に対する残留磁化の比率は、付与された磁界がひとたび減少又は除去されたときに磁性材料中に保有されている信号の潜在的大きさを間接的に評価する。

BHループで表される磁性材料の別の重要な特徴は、飽和保磁力H_sである。コバルト合金及びクロムと鉄との複数の磁化物等の磁性材料のように、飽和保磁力H_sが数百エルステッド（Oe）より大きい場合には、「ハード（hard）（硬質）」であるとみなされる。これらの材料は、誘導磁化を保持し、材料を磁気記録材料として適したものにする。幾つかのニッケル-鉄合金のような「ソフト（soft）」な磁性材料（即ち、軟磁性材料）については、飽和保磁力H_sは数エルステッド程度である。このような材料は、比較的弱い磁界で容易に再磁化されるため、磁気ヘッドに有效地に使用されている。飽和保磁力は、磁性材料を減磁するのに必要な磁界を評価し、且つ保磁磁界に合うときの自発消去を回避すると同時に比較的容易にデータを重ね書きできる大きさであるのが好ましい。

製造方法も、磁気記録媒体の特性の評価に大きな役割を演じる。例えば、ディスクの組織化（texturization）のような基板の表面処理、及び磁気層の蒸着（deposition）の方法及びパラメータは、磁気記録特性を許容し且つ向上させる際微

鏡構造の開発にとってしばしば重要である。

高性能の磁気記録媒体（特に、垂直記録フィルムによる磁気記録媒体）及びこれによりもたらされるであろう磁気信号処理装置のコスト低減を図ることへの要望は、これらを開発する研究に驅り立てた。1つの研究領域は、垂直媒体の磁気記録特性を向上させるための磁性材料を用いることに焦点を絞ったものである。例えば米国特許第4,717,592号及び第4,657,819号は、ニッケル-鉄（NiFe）合金（例えば「PERMALLOY」の商標で市販されている）のような軟磁性材料からなるフィルムを用いた2フィルム垂直記録媒体を開示している。前者の特許では、垂直記録層の蒸着前のフィルムからのガス発生及びフィルムの熱劣化を抑制するため、異なる層の2つのNiFe層を熱可塑性フィルム基板の両面に蒸着する。後者の特許は、磁気異方性誘導信号変動（magnetic anisotropy-induced signal fluctuations）を低減するため、垂直記録層の下に設けるNiFe層（3,000～10,000Å）の配合範囲を開示している。

米国特許第5,041,922号（以下、「922号特許」と呼ぶ）及び「ゼロ再生間隔損失を有する高解像度フライング磁気ディスク記録装置（A High Resolution Flying Magnetic Disk Recording System with Zero Reproduce Spacing Loss）」という題名の関連技術論文（1989年6月のIEEE國際磁気学会論文）は、「キー-バ」として700人のNiFe層の使用を開示している。これらの刊行物は、磁気層上に直接スパッタリングされたNiFe層を備えた磁気記録媒体の一形状を示している。922号特許では、1,000エルステッドの無電解コバルト-鋼磁性フィルム上に設けられた700人のNiFe層が、物理的空間すなわち純取り工程時のヘッドと磁気記録媒体との間のエアギャップによる出力信号の損失を有効に低減できることが報告されている。より詳しく述べては、間隔及び再生ギャップ損失の低減は、NiFe層と磁気記録層との間に必要な直接触によることが明白である。従って、直ぐ下の磁気フィルムに記憶されたデータからの磁束は、上に設けられたNiFe層によって保持せねばならない「キー-バ」される。いかなる磁束もヘッドにより検出されず、従っていかなる信号も読み取られない。しかしながら、論文は、ヘッドにバイアスをかけると、ヘッドの下のNiFe層が飽和されることを述べている。この饱和が、これらの領域の透磁率を低下させる。この結果、磁束が飽和NiFe領域を容

特表平7-503337 (4)

易に通過し、且つ微弱信号がNiFe層の不飽和領域及びディスクとヘッドとの間の普通のエアギャップを通過してヘッドに導かれ、この場合には合成信号が検出される。

これらの刊行物に記載されているように、慣用的な磁気記録媒体の構造を簡単に変えるだけで一つの利益を得られる。すなわち、ソフトな磁気層を磁気記録層上に直接重ねて且つ飽和バイアス磁束 (saturating bias flux) を付与することにより、間隔及び再生ギャップ損失を充分に減少させて、実際のヘッドフライング高さを低減させることなく又は小さなギャップをもつヘッドを必要とすることなくして大きなデータ密度を得ることができる。

磁気記録ディスクの、特に、高データ解像度の達成に関する商業的実用性は、ディスクに使用される磁気記録材料とヘッド及び他のディスク駆動電子部品との協調を必要とする。解像度は、符号間干渉レベルを最小にすることに大きな影響を受ける。

このため、ヘッドと磁性材料との間の相互作用の改善についての研究も、ヘッドの構造に焦点が合わせられている。前述のように、磁気記録ディスクに対するヘッドの構造は、復唱信号 (readback signal) の強さに強い影響を与える。より詳しくは、フライングヘッドとディスクの表面との間の物理的分離は、出力信号の損失に寄与する。例えば、「間隔損失」は、特定ピットから、分離が増大するときにヘッドにより検出される出力信号への確率の寄与を減少させる。

ヘッドの構造全体は、前に記録されたデータを表す信号の成功裏の再生に重要な役割を演じる。薄フィルム (TF) 又はハードディスクドライブに使用される有限磁極ヘッド (finite pole heads) では、例えば、出力信号の損失の一原因は有限磁極効果による。これらの効果は、ヘッドが特定の磁気転移を読み取るべく該磁気転移を横切ってスイープするときに役割を演じるようになる。この運動中、ヘッド磁極の線部は、隣接する磁気転移からの信号を感知でき、読み取られることを意図した磁気転移すなわち「ピット」からの信号と干渉する。出力信号のこの損失は、磁気転移 (magnetic transition) のサイズが減少するとき、すなわちデータ密度が低下するときに周期的に繰り返される傾向を有する。従って、曲線は、減少する出力信号 (データ密度は増大) を表す滑らかな曲線ではなく、磁気

転移の長さが磁極厚さ (pole thickness) の長さを近似する「ヘッドパンプ」を表す。有限磁極効果を低減するのに、例えばフィルタの付加のように、重要なディスクドライブ電子部品を専用化するという高価な解決策が用いられている。現在及び将来のディスクドライブにおけるTFヘッドの使用の増大及び高データ密度への趨勢により、有限磁極効果による出力信号の損失は重大な問題を意味している。

ギャップ長さ効果すなわちギャップ「ゼロ」効果はまた、信号の重要な損失を引き起す。隣接するデータビットを表す2つの磁気転移の長さがヘッドの磁極間のギャップ長さに近づくと、磁極は、各ビットを表す信号を有効に識別しないそればかりか、再生時に、1つのビットからの信号が、隣接するビットからの信号を殆どキャンセルしてしまう。なぜならば、これらの信号の建設的及び破壊的位置干渉の合成效果のためである。この結果、データ密度が増大するとき、これらの点で出力信号は事実上無くなりゼロとなり、ディスクドライブの誤り率の増大に寄与する。

間隔損失及びギャップゼロ効果による損失は、高密度記録の達成に対する2つの最大制限を代表する。上記論述により示唆されるように、磁気記録媒体自身の磁気記録特性を改善することにより、信号品質の幾つかの改善をなし得るけれども、優れた記録性能を得るために最大の可能性は間隔損失の低減にある。

磁気テープ記録性能に関する間隔損失の大きさは、次式すなわち、
間隔損失 = $5.5 d / \lambda$ で先ず明示される。ここで、dはヘッドと記録媒体との間の距離、λは記録信号の波長である。この式は、フロッピディスク及び「ハード」ディスク等の他の磁気記録媒体についての間隔損失を予測するための基礎として使用されている。

発明の要約

本発明の広い目的は、優れた磁気記録特性をもつ磁気記録媒体を提供することにある。

本発明によれば、上記目的は、基板と、該基板上に設けられる磁気記録層と、該磁気記録層上に直接設けられる非磁性層と、該非磁性層上に設けられるソフト

な磁気層とを有する磁気記録媒体を提供することにより達成される。好ましい実施例では、飽和バイアス磁束を付与すると、特定ピットに記憶されたデータ (該データは、飽和バイアス磁束が付与されない場合には、閉路端の形態をなすピット上のソフトな磁性材料 (軟磁性材料) の層により保持されている) からの磁束線が開き、ソフトな磁性材料の層に沿って且つヘッドに向かって「擺洩」する。他の全てのピットからの磁束線はキーされた状態に維持される。漏洩した磁束は、ディスクとヘッドとの間の距離に比べて大きい距離でも、ヘッドとカップリングする。

本発明の長所は、慣用的な磁気記録媒体に比べて大きなデータ記憶容量をもつ磁気記録媒体が得られることである。

本発明の他の長所は、慣用的な記録媒体から得られる信号強度に比べて改善された信号強度をもつ磁気記録媒体が得られることである。

本発明の他の長所は、優れた信号対雑音特性をもつ磁気記録媒体が得られることである。

本発明の他の長所は、間隔損失の小さくできることである。

本発明の他の長所は、読み取り及び書き込み作動時の磁気記録ヘッドの効率を改善できることである。

本発明の他の長所は、本発明の磁気記録媒体がピットパターンの非常に小さな位相干渉を呈することである。

本発明の他の長所は、本発明の磁気記録媒体が、有限磁極効果及びギャップゼロ効果により出力信号の小さな損失を呈することである。

本発明の他の長所は、本発明の磁気記録媒体が優れたビットシフト特性をもつことである。

本発明の他の長所は、ソフトな磁性材料の薄層を含む多層磁気記録媒体に相容性の大きな附加層を設けることにより、磁気記録媒体の磁気記録特性を実質的に向上させたことである。

本発明の他の長所は、ソフトな磁性材料と水平磁気記録媒体との間に薄い非磁性層を介在させることにより、磁気記録媒体の磁気記録特性を実質的に向上させたことである。

本発明の更に別の長所は、出力信号が、磁気記録媒体の粗さから生じるヘッドフライング高さの変動を殆ど感じないことである。

本発明は、種々の水平又は垂直記録材料、ソフトな磁性材料、非磁性材料及び基板に実施できる。また、本発明の磁気記録媒体の製造には、慣用的な蒸着方法を使用できる。更に、上記長所は、既存の製造技術及び設備を用いて、薄いコストの非磁性層を付加することにより達成される。

図面の簡単な説明

本発明は、添付図面を参照することにより良く理解されるであろう。尚、全図面を通じて、同類商品には同一の参照番号が使用されている。

第1図は、従来技術において説明されているように、磁気記録層がソフトな磁性層に直接接触している磁気記録媒体を示す断面図である。

第2図は、従来技術に従って製造され且つ試験された磁気記録媒体についての報告された周波数応答を示すものである。

第3図は、従来技術の報告のように製造された磁気記録媒体についての観察された周波数応答を示すものである。

第4図は、本発明による磁気記録媒体を示す断面図である。

第5図及び第6図は、慣用的な磁気記録媒体の周波数応答と本発明による磁気記録媒体の周波数応答との比較を示すものである。

第7図は、慣用的な磁気記録媒体と本発明による磁気記録媒体についての間隔損失関係を示すものである。

第8図は、慣用的な磁気記録媒体の騒音特性を示すものである。

第9図は、本発明による磁気記録媒体の騒音特性を示すものである。

第10図は、慣用的な磁気記録媒体のビットシフト特性を示すものである。

第11図は、本発明による磁気記録媒体のビットシフト特性を示すものである。

第12図は、慣用的な磁気記録媒体の隔離パルスプロットを示すものである。

第13図は、本発明による磁気記録媒体の隔離パルスプロットを示すものである。

第14図は、慣用的なTFヘッドと、慣用的な磁気記録媒体及び本発明による

特表平7-503337 (5)

磁気記録層上に設けられたソフトな磁気層を備えた磁気記録媒体との相互作用の研究に使用した2次元コンピュータモデルを示す概略図である。

第15A図及び第15B図は、TFヘッドと慣用的な磁気記録媒体との間の磁気交換カップリングを示す拡大図である。

第16A図及び第16B図は、TFヘッドと本発明による記録層上に設けられたソフトな磁気層を備えた磁気記録媒体との間の磁気交換カップリングを示す拡大図である。

第17図は、慣用的な磁気記録媒体のB日ループを示すものである。

第18図は、本発明による磁気記録媒体のB日ループを示すものである。

第19図は、ソフトな磁気層が非磁気層及び磁気記録層の下に設けられた、本発明による磁気記録媒体を示す断面図である。

第20図は、TFヘッドと、本発明による磁気記録層の下に設けられたソフトな磁気層を備えた磁気記録媒体との相互作用の研究に使用した2次元コンピュータモデルを示す概略図である。

第21A図及び第21B図は、TFヘッドと磁気記録層の下に設けられたソフトな磁気層を備えた本発明による磁気記録媒体との間の磁気交換カップリングを示す拡大図である。

好ましい実施例の説明

ここに開示する実施例は、優れた磁気記録特性をもつて且つ特に騒音及び強さに関して優れた信号品質をつくることができる磁気記録媒体である。この結果、有効な信号レベルを維持することにより高データ密度を達成できる。全体の信号品質を改善するためのディスクドライブの高価な電子部品を用いる必要性も大幅によく低減できる。また、本発明の磁気記録媒体は、進歩した電子部品と協調してデータ記憶容量を大幅に増大できる。¹ 922号特許は、第1図に示すように、基板12と、ソフトな磁気層18に直接接触している磁気記録層16とを備えた磁気記録媒体（ここでは、「直接接触」構造10と呼ぶ）を開示している。報告された構造は、高周波数での優れた信号強度を有し、且つ磁気記録層とソフトな磁気層との間の直接接触による間隔損失及び再生ギャップ損失を低減している。開示

する技術論文から抜粋した第2図は、「直接接触」構造に飽和バイアスをかけた磁気記録媒体の高データ密度での出力信号の報告された改善を示している。約7.0 kfcilにおいてギャップゼロが明確に表れている。

この構造に基づく磁気記録特性の改善は再生できるとは考えられない。第3図に示すように、これらの結果を確認する1つの試みは、直接接触構造10の場合には、信号増幅は、慣用的な磁気記録媒体の信号増幅と比較して、低データ密度では僅かに改善されるけれども、高データ密度では大幅に損なわれてしまうことを示している。¹ 922号特許及び技術論文において示唆されているように、バイアスも信号増幅を改善することはない。

本発明は、ソフトな磁気層と磁気記録層との間に非磁気「遮断（break）」層を介在させることにより、¹ 922号特許に開示されたものを超える再生可能な優れた磁気記録特性を獲得した。この構造は第4図に示されており、「遮断層」構造30と呼ぶことにする。より詳しくは、基板12上に（及び軽くましくは任意の核層14を介して）、磁気記録層16が設けられており、磁気記録層16とソフトな磁気層18との間には非磁気層22が設けられている。ソフトな磁気層18上にはカーボンのような材料からなる保護層20が設けられている。

第5図は、上方の曲線の遮断層構造30と、下方の曲線の慣用的な磁気記録ディスクとを比較するものである。上方の曲線は、全密度範囲に亘って下方の曲線と比較した出力信号の実質的な利得（ゲイン）を示す。また、1 kfcil～7.0 kfcil又はこれ以上のデータ密度範囲に亘って、信号の有効利得が観察される。以下に詳述するように、間隔損失及びギャップ星さが小さいため、高データ密度でも使用可能な信号強度が得られる。

第6図の曲線は、長いバンド幅に亘る高解像度での有限磁歪効果の低減を示すものである。上方の曲線（遮断層構造30についての曲線）は滑らかであり且つ研究した周波数範囲において大きなヘッドパンプは全く見られない。下方の曲線（慣用的な磁気記録媒体についての曲線）は、幾つかのヘッドパンプ、及び2.2 kfcil、3.5 kfcil、4.8 kfcil及び6.0 kfcilにおける出力信号の低下を示している。

第7図は、全体的間隔損失の実質的な低減、すなわち、広範囲のヘッドフライング高さdに亘って、遮断層構造30を取り入れた磁気記録媒体により達成され

る読み取り間隔損失と書き込み間隔損失との結合と、慣用的な磁気記録媒体との比較を示すものである。信号は、28.5マイクロインチの波長（λ）で記録された。

古典的なウォーレス間隔損失は、慣用媒体について1.33d/λであると測定された。これらの均等化（1.33対7.1）の傾斜を比較すると、フライングヘッド高さの変化に対する信号感度がほぼ2のファクタだけ低下していることを示している。感度のこの低下は、磁気記録ディスクを横切る表面粗さに変化があり且つこれに付随するフライング高さの変化があつても、少なくとも充分な磁気記録性能が観察されることを意味している。また、広範囲のフライング高さを横切って、慣用的な記録媒体の信号利得に比べ、遮断層構造の信号利得が大きいことが観察される。

第8図及び第9図は、それぞれ、遮断層構造30から得られた信号対雑音比（S/N）及び慣用的な磁気記録ディスクから得られた信号対雑音比を實的に比較するものである。両曲線を密に考察すると、遮断層構造30を取り入れた磁気記録媒体からは、出力信号の「床」より大きい雑音は殆ど検出されないことが明らかになる（ここで、「床」は、使用測定機器により導入される信号中の雑音の大きさにより定義される）。また、振幅は約1.0 dBだけ大きく増大する。この結果、各ビットからの有用信号の比率（S/N）が増大する。

優れたビットシフトは、ヘッドと磁気記録媒体との間の優れた相互作用を示すものである。第10図及び第11図は、それぞれ、慣用的な磁気記録媒体から得られたビットシフトデータ及び本発明の磁気記録媒体から得られた改善されたビットシフトデータを示すものである。より詳しくは、両曲線の比較により、遮断層構造30を取り入れた磁気記録媒体では、10⁴ビット中の1ビットのソフトな誤り率であり、この誤り率では、5.0 kfcilのデータ密度でも10ナノ秒（nsec）のビットシフトを維持できる。慣用的な磁気記録媒体では、このようなデータ密度で、ビットシフトがかなり大きくなる3.3nsecまで増大する。

第12図及び第13図は、それぞれ、慣用的な磁気記録媒体及び遮断層構造30からの離隔信号パルスの最大高さの5.0%でのパルス幅（PW50）を示すものである。第12図では、PW50は約7.2 psecである。信号の「頂部」には、幾つかの非対称性、ヘッドパンプ、及び「小刻み波動（wiggle）」のような他の

雑音が表れている。対照的に、遮断層構造30では、非常に狭く且つきれいな信号が観察される。PW50は約5.5ナノ秒に減少し、信号にはヘッドパンプ及び非対称性のいずれも示されず且つウイングには事実上雑音は全く見られない。

これらの累積結果から、遮断層構造30では、約2のファクタだけデータ密度が増大するという予期せぬ事実が判明した。

磁気記録特性において観察された改善点は、磁気記録層とソフトな磁気層との間に遮断層を介在させることにより得られる、磁気交換カップリング効果を妨げることによるものである。より詳しくは、遮断層が、ソフトな磁気層と磁気記録層との間の磁気交換カップリングを妨げ、ソフトな磁気層及び磁気記録層が、ヘッドのバイアス電流により誘導された磁束に対して別々に反応できることによると思われる。

第14図は、ソフトな磁気層M及び磁気記録層上に設けられた遮断層を備え且つビット4.0を読み取るべく慣用的なTFヘッド40により走査される媒体にバイアス電流を付与するときに生じる間隔損失の低減を研究するのに使用される2次元コンピュータモデルを概略的に示すものである。間隔損失は、所与のビットから、僅かな（約1mA）DCバイアス電流I_bを付与したときの概略的に示すヘッドコア4.5の存在及び作動を表す等価磁気抵抗を通る磁束のカップリングの変化により實的に表示される。生じる信号は、電圧V_bとして検出できる。該モデルの他のパラメータは次の通りである。すなわち、5マイクロインチのヘッドフライング高さdをもつ0.44ミクロンのギャップで分離されたヘッド4.0の磁極4.2A、4.2Bである。

第15A図及び第15B図は、再生又は読み取り作動中の、TFヘッド40と慣用的な磁気記録媒体との相互作用を拡大して示すものである。周囲のビット5.0、5.2からの磁束線4.4、4.6、4.8は、ヘッドの磁極4.2A、4.2Bと、該磁極4.2A、4.2Bを相互連結するヘッドコア4.5の等価磁気抵抗を通ってカップリングしているこれらのビットからの磁束とにカップリングしている。他の磁束線5.4、5.6は、隣接するビット5.0、5.2（これらも等価磁気抵抗を通ってカップリングしている）から出ている。この結果、ヘッドにより検出される出力信号は1つ以上のビットからの磁束の合計である。

特表平7-503337 (8)

第16A図及び第16B図は、ヘッド40と遮断層構造30を取り入れた磁気記録媒体との相互作用を拡大して示すものである。磁気記録媒体は、基板1、775人の磁気記録層と、100人のカーボン遮断層と、700人のキーパ層と、250人のカーボン保護層とからなる。ヘッド40からの飽和バイアス電流を付与すると、磁束線58、59（これらの磁束線は、飽和バイアス電流を付与しないときには、ビット40上のキーパ層により保持されている）は、キーパ層に沿ってヘッドに向かって「飛沫」する。磁束線57、58により示すように、他の全てのビットからの磁束は、キーパされた状態に維持される。ヘッド40と媒体との間の距離に比べてキーパ層に沿う距離が大きくて、本質的に全ての漏洩磁束が、磁極を遮断する等価磁抵抗を通ってヘッドと選択的にカップリングする。ヘッドにより検出された磁束のみが、読み取られるべき特定ビットからの磁束であるので、この磁束はより効率的にカップリングされ、ヘッド効率が改善される。この改善された効率は、観察した改善された磁気記録特性において明らかに表れている。

これらの磁気記録媒体の磁気特性の質的比較により、磁気交換カップリングの理論が支持される。第17図及び第18図は、それぞれ、慣用的な水平磁気記録媒体及び遮断層構造30のBHループである。第17図は典型的な形態のループであり、これは、付与された磁界内で極性のサイクルが変化する間に、媒体が円滑に切り替わることを示している。第18図のB日ループの形状は、断然立った対照をなしている。BHループの高さは異なっており、BHループの全高（すなわち、B軸に沿う寸法）は、ソフトな磁気層及び磁気記録層のモーメントの合計に基づいている。BHループの観察される不連続性すなわち「パンプ」は、NiFe層18及び磁気層18の磁化が独立に切り替わることを示唆している。不連続性が、ソフトな磁気層と磁気層との間の磁気交換カップリングの遮断を明示しているといえる。パンプの位置は、遮断層構造を取り入れた磁気記録媒体におけるソフトな磁気層及び磁気記録媒体の相対比率を表示している。

遮断層構造30を取り入れた本発明の磁気記録媒体の製造には、慣用的な材料を使用できる。一般に、基板12は、ウインチエスタ形ハードディスクドライブ技術に使用される亜硝酸ニッケルめっきアルミニウムディスク（nickel-phosph-

orus-plated aluminum disk）である。ガラス、カーボン及びセラミック材料等の非金属基板も適している。後の蒸着層の接着性を高めるため、ディスク表面は洗浄又は他の処理をしておく必要がある。また、後で蒸着する磁気記録層の所望の結晶形態を促進させるための、組織化又は研磨等の表面処理は知られたものである。或いは、基板12は、慣用的な磁気テープ記録媒体に適したテープ（例えばポリ塩化ビニリデン）又は慣用的なロッピディスクへの使用に適したポリエチレンチレフタート等の熱可塑性材料からなるシートで形成できる。後の蒸着を行うため、後者の基板の製造に他の表面処理を用いることができる。

磁気記録層16は、従来技術において廣く知られているように、水平記録材料及び垂直記録材料として有効な種々の磁気組成のうちの任意の磁気組成から形成できる。本発明による磁気記録ディスクについては、磁気記録層16の厚さは200～1,000人の範囲（最も好ましくは、300～700人の範囲）に定めることができる。

多結晶質の磁気記録材料は、磁気記録層16の下に核層14を蒸着して、所望の形態成長及び結晶成長を促進させ、これにより磁気記録層16の磁気特性の向上させる必要がある。例えば、コバルトクロム（CoCr）又はコバルトイニッケル（CoNi）等のコバルト合金をベースとする多結晶質磁気記録材料の場合には、CoCr又はCoNiの磁気記録層16に必要な所望の鋼面六方（hcp）成長を確立するため、基板12と磁気層16との間に設けられるクロム（Cr）の層14が必要になる。本発明による磁気記録ディスクの場合には、核層の厚さは約100～200人の範囲が好ましく、最も好ましくは約200～1,000人の範囲である。

非磁性層22は、磁気記録層及びソフトな磁気層とは混和せず且つ隣接磁気記録層の結晶構造を阻害することのない広範囲の種類の非磁性材料から形成できる。このような材料の例として、クロム、モリブデン及びタンゲステン等の金属、カーボン、シリコン及びガルニウム等のメタロイド（非金属）、これらの元素の合金、ガラス、アルミニウム及び他の耐火材料、「PARALENE」の商標で販売されているようなエラストマ材料、更にはラッカーのような材料がある。非磁性遮断層材料の結晶形態は、その選択の考慮が重要である。なぜならば、その形態がエピタクシ從って後の蒸着層の磁気特性に影響を与えるからである。このことから、ソ

フトな磁気層又は磁気記録層のいずれかに特定の結晶形態を發揮させるべく磁気記録層とソフトな磁気層との間に付加非磁性層を導入することは、本発明の範囲内のことであると考える。

非磁性遮断層の厚さは、磁気記録層とソフトな磁気層との間の磁気交換カップリングを充分に妨げる厚さにすべきである。しかしながら、例えば書込み工程時に附加的な間隔損失に寄与することによる磁束誤導信号との干渉を回避するには、非磁性層の厚さは充分に薄くすべきである。總て、一般的には、この効果を達成するには薄層のみを必要とし、その厚さは約1.5～3.0人で充分であり、約2.5～1.5人の方が好ましい。しかしながら、或る場合には、磁気記録層とソフトな磁気層との間の磁気交換カップリングを完全に防止するのに充分な單一層の厚さにほぼ等しい厚さの薄層を使用できる。

ソフトな磁気層18はドライブヘッド製造技術において良く知られた広範囲の種類のソフトな磁気材料から形成でき、これらは磁気材料として、純粋なNi、Fe又はCo或いはNiFe（「PERMALLOY」の商標で販売されている）を含むこれらの合金、又はアルミニウム一族一シリコン（AlFeSi）、「SENDUST」の商標で販売されている）、コバルトイニウムヨウニオビウム（CoZrNb）及び他の合金がある。ソフトな磁気材料は耐食性のあるものが理想的である。ソフトな磁気層として使用するに適した他の材料は、ほぼゼロの磁誘導を有するアモルファス合金又は多結晶質材料である。

一般に、ソフトな磁気層の厚さは、磁気記録層に記録されたデータからの全ての磁束を充分に保持すなわちキーパーできる厚さにすべきである。この効果は、單一のソフトな磁気層、又は複数の非磁性遮断層により分離される1つ以上のソフトな磁気材料の幾つかの層からなる複層により達成される。必要とされる実際の厚さは、ソフトな磁気層として使用される材料のモーメントの関数である。例えば、本発明による磁気記録ディスクについては、NiFeからなるソフトな磁気層18を約700～1,200人（最も好ましくは約750人）の範囲の厚さにすることができる。CoZrNbからなるソフトな磁気層18については、CoZrNbのモーメントがNiFeのモーメントの約2倍であると予想して、約350人の厚さで充分である。

遮断層構造30は、ソフトな磁気層18が磁気記録層16の上に配置されたも

のが図示されているけれども、本発明の範囲内において逆の構造のものを考えることができる。すなわち、第18図に示すように、ソフトな磁気層18を基板12及び核層14上に直接蒸着させ、この磁気層18上に非磁性層22を、次に磁気記録層16を蒸着させた遮断層構造60を構成することもできる。

第20図は、遮断層構造60を取り入れた磁気記録媒体のための2次元コンピュータモデルを概略的に示すものである。ソフトな磁気層Mは、ビット40、50、52が受けられた磁気記録層の下にある。非磁性遮断層22は、磁気記録層からソフトな磁気層を分離している。その他の点では、モデルのパラメータは、第14図に開示して説明したもののと同じである。

このモデルは、このような媒体が、ソフトな磁気層が磁気記録層の上に設けられた遮断層構造30を取り入れた媒体に観察される磁束カップリング及びヘッド効率に少なくとも匹敵する大きさの磁束カップリング及びヘッド効率の改善を達成できるものと予測する。

第21A図及び第21B図は、跳取り作動中のTFヘッド40と媒体との相互作用を拡大して示すものである。バイアス電流をかけた場合を再び説明すると、磁束線58、59（これらは、バイアス電流をかけない場合にはビット40の下のキーパー層により保持されている）は、キーパー層に沿ってヘッドに向かって「飛沫」する。他の全てのビット50、52からの磁束は、磁束線57、59により示すようにキーパーされた状態に維持される。前述のように、ヘッド効率は、單一転移からの磁束の増大したカップリング又はヘッド破壊をもつビット40により改善される。

最後の層20は、摩擦効果及び磁気信号処理装置内に存在するあらゆる蒸気にによる腐食効果から本発明による磁気記録媒体を保護する。従来技術において知られているように、保護外層20は、ロジウムを含む金属、又はカーボン等の非金属材料、及び無機非金属カーバイド、窒化物及び酸化物（例えばシリカ又はアルミニウム）で形成することができる。磁気記録ディスクの場合には、厚さは約2.0～3.5人にでき、カーボンの厚さは約2.25～3.5人人が最も好ましい。

遮断層構造30を備えた磁気記録媒体は、基板12上への各層の連続蒸着により製造される。好ましい構造は、400人のCr下層14と、500人のコバルト

特表平7-503337 (7)

—クロム—タンタル (CoCrTa) 層 16 と、25 Å のカーボン遮断層 22 と、700 Å のNiFe層 18 と、300 Å の保護カーボン層 20 を使用する。別の好ましい構造は、400 Å のCr下層 14 と、500 Å のCoCrTa層 16 と、25 Å のシリコン遮断層と、400 Å のCoZrNb層 18 と、300 Å の保護カーボン層 20 とを使用する。

種々の層の蒸着 (堆積) は、例えばスパッタリング、めっき、蒸着又は他の薄フィルム蒸着方法等の従来技術において良く知られた手段を単独又は組み合わせることにより達成される。所望の薄フィルムを蒸着するのに、例えば化学酸化、コーティング、スピニング、ベーリング又は重合等の、慣用的な磁気記録ディスク製造方法に比べて新しい他の手段を用いることができ、特にこれらの方針は非金属材料に適用できる。

ソフトな磁気層と磁気記録層との磁気的スイッチングの観察された不連続性の重要性を認めるとき、本発明で説明する構造の造成において重要なファクタは、次の非磁気層 18 の蒸着まで、磁気記録層 16 の一體性を維持することである。スパッタリング装置では、フィルムの一體性は、次の層を蒸着するまで各層の融化及び再結晶を最小にする装置内の真空環境により非常に容易に維持される。本発明の様式の多層構造は、本願において援用する係属中の米国特許出願第07/681,866 号に記載されているようなインラインDCマグネットロンスパッタリング方法及び装置（高度に真空化された多チャンバスパッタリング装置内で層間の一體性が容易に維持される）で製造された。製造される磁気記録媒体の磁気特性を適合させるべく、他の蒸着パラメータを選択して厚さ及び形態等のフィルム特性を最適化することができる。例えば、このようなスパッタリング方法では、スパッタリングされたフィルムの磁気特性を高める形態的構造 (morphological structure) にとって、比較的低いスパッタリング圧力 (約2ミクロンアルゴン) が有効である。

前述のように、読み取るべきビット領域のソフトな磁気層を飽和させるには、極く僅かのバイアス電流を付与するだけでよい。付与される実際の電流は、使用されるTFヘッド、その効率、及び磁気記録媒体のソフトな磁気層の厚さに従って変化する。しかしながら、飽和を達成するのに充分な大きさのバイアス電流の

みでよく、これは一般に約0.5～1.5 mAの範囲である。この電流はAC (交流) 又はDC (直流) のいずれでもよいが、DCの方が好ましい。

要約すれば、本発明の磁気記録媒体は、ソフトな磁気層と薄い磁気記録層との間に介在される比較的薄い非磁気層を設けることにより磁気記録特性を改善する。慣用的な磁気記録媒体で達成されるよりも実質的に高いデータ密度でも、全体的信号強度及び品質を向上できる。本発明の新規な磁気記録媒体の製造には、広範囲の慣用的な材料及び製造技術を使用できる。

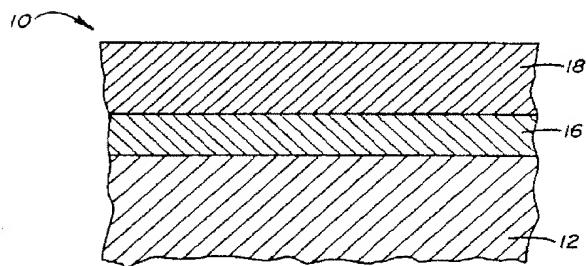


FIGURE 1 (PRIOR ART)

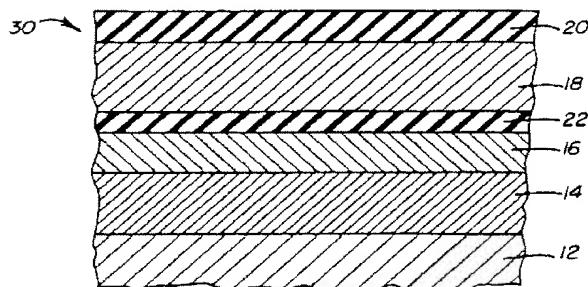
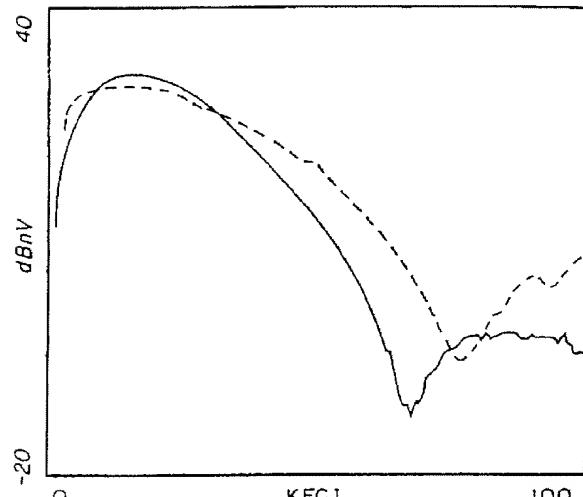


FIGURE 4



— 非キーバ状態
ヘッド電流 = 11 mA
--- キーバ状態
ヘッド電流 = 12 mA
ヘッドバイアス = 2.5 mA

FIGURE 2

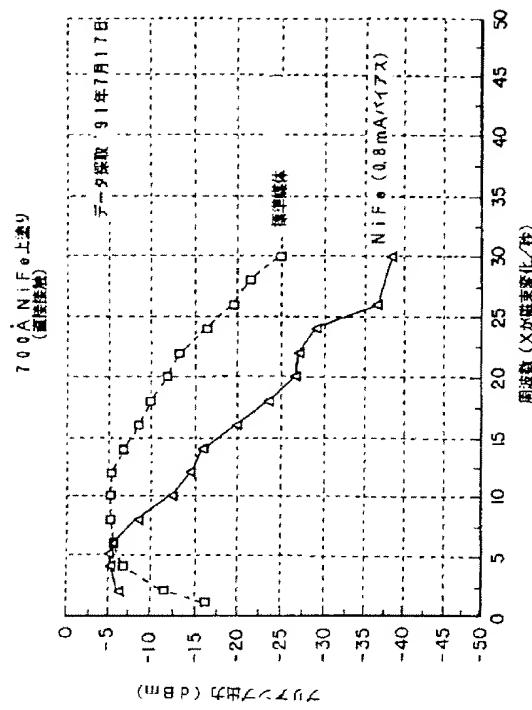


FIGURE 3

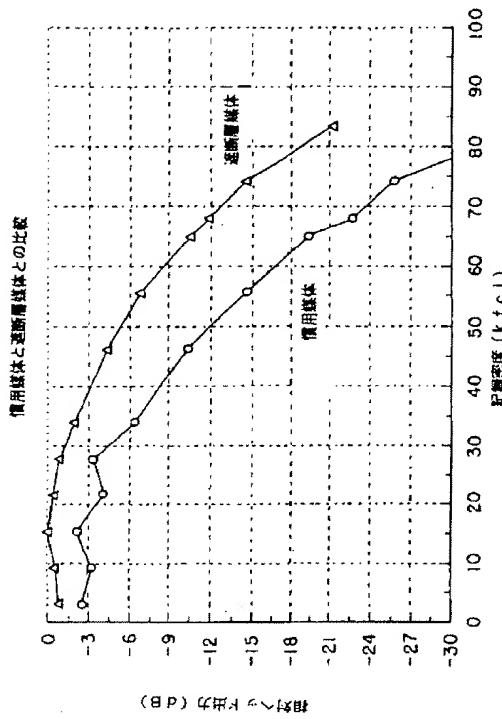


FIGURE 5

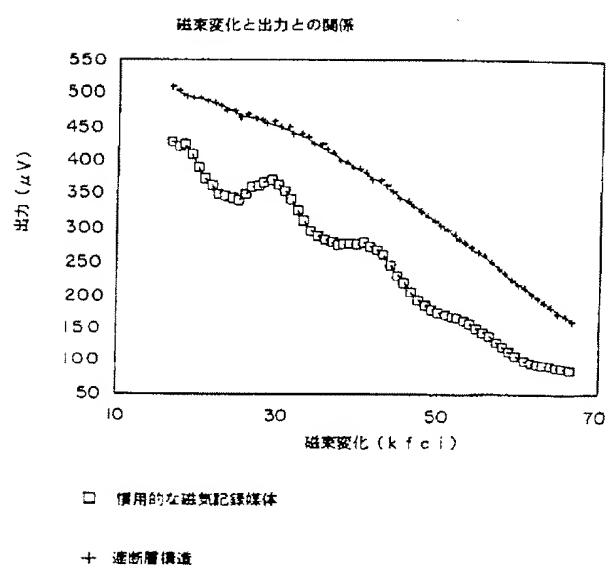


FIGURE 6

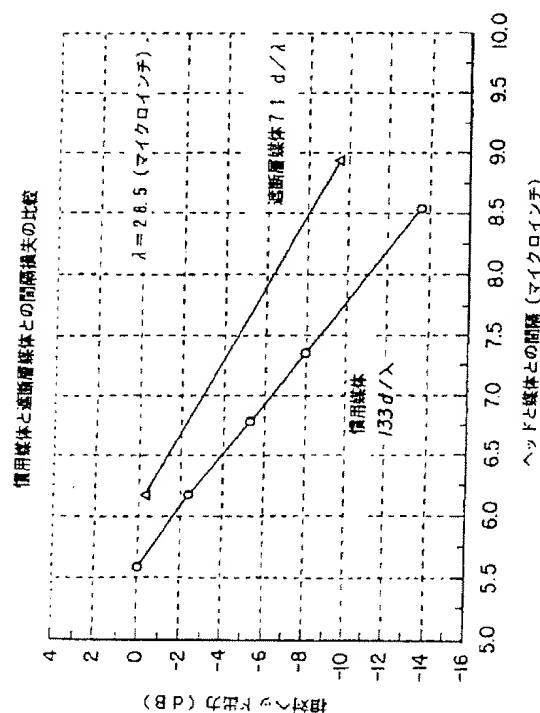


FIGURE 7

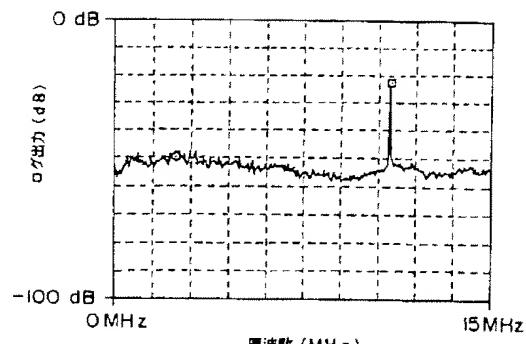


FIGURE 8

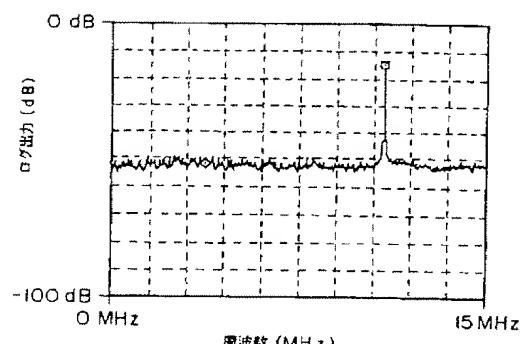


FIGURE 9

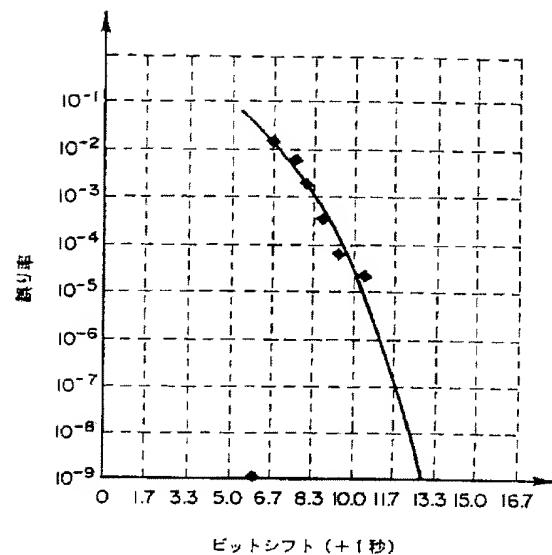


FIGURE 10

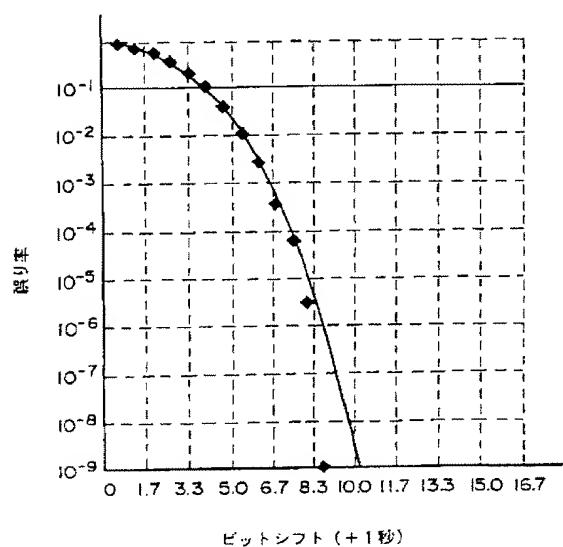


FIGURE 11

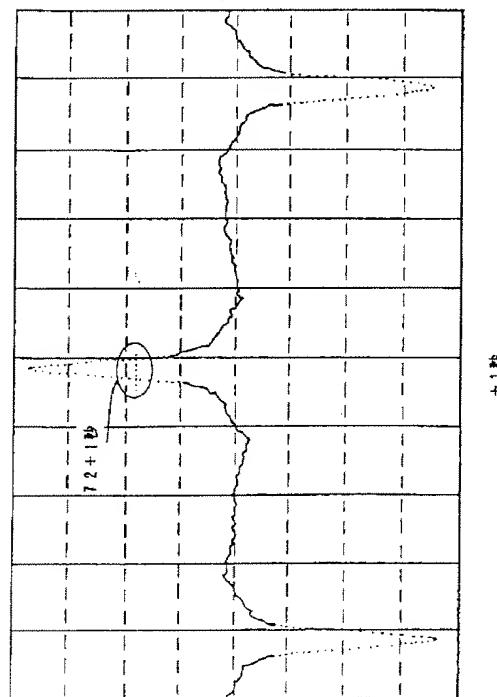


FIGURE 12

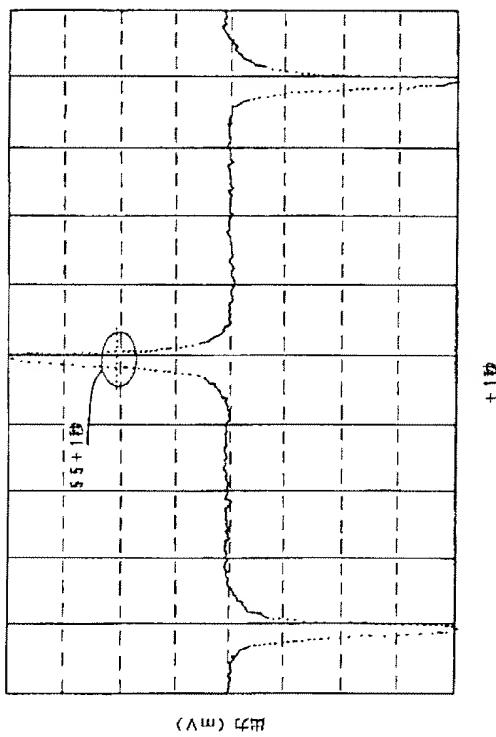


FIGURE 13

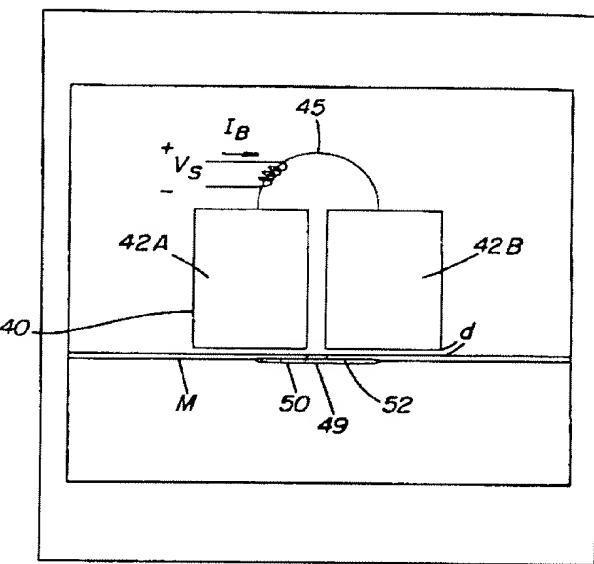


FIGURE 14

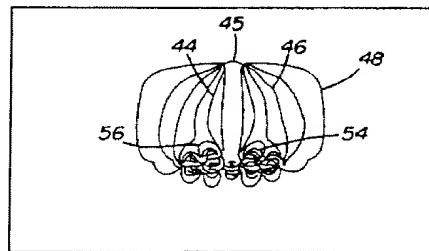


FIGURE 15A (PRIOR ART)

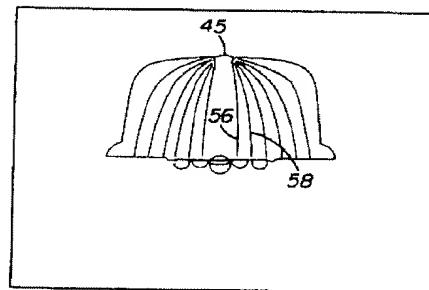


FIGURE 16A

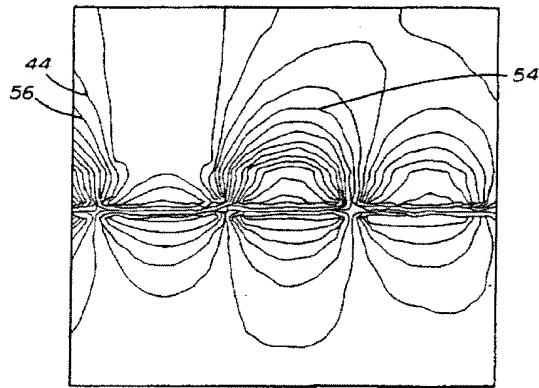


FIGURE 15B (PRIOR ART)

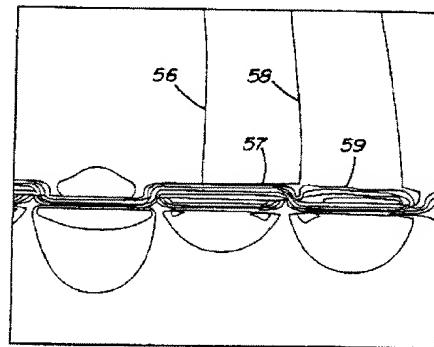


FIGURE 16B

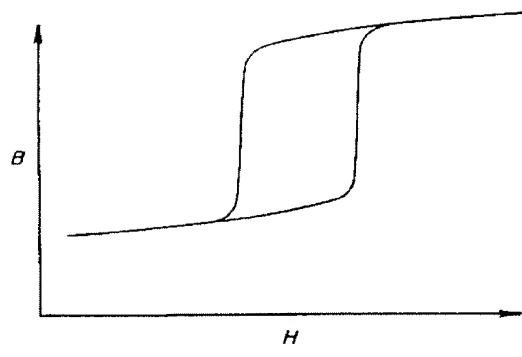


FIGURE 17 (PRIOR ART)

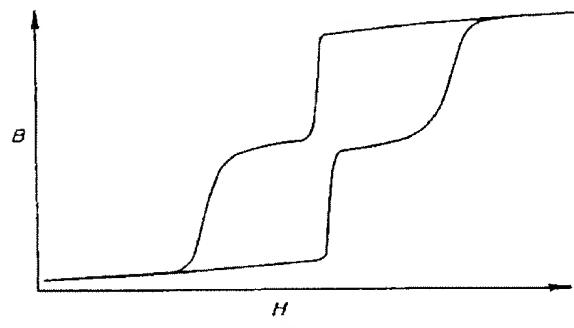


FIGURE 18

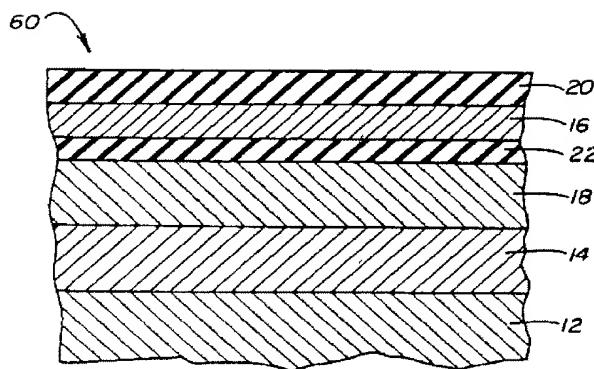


FIGURE 19

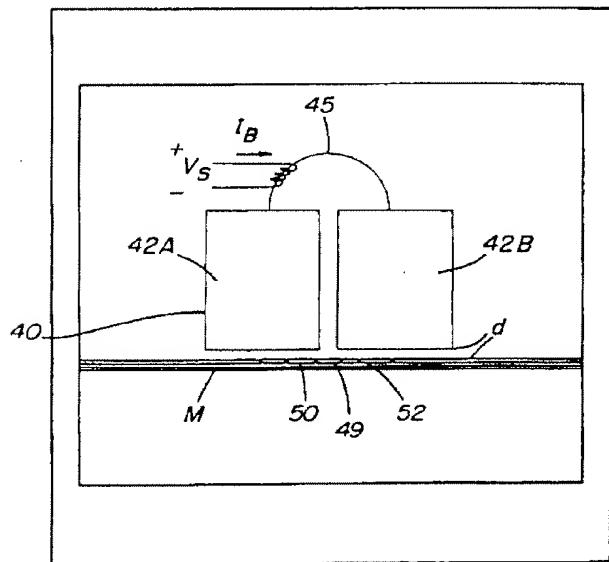


FIGURE 20

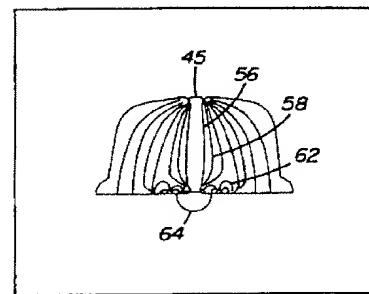


FIGURE 21A

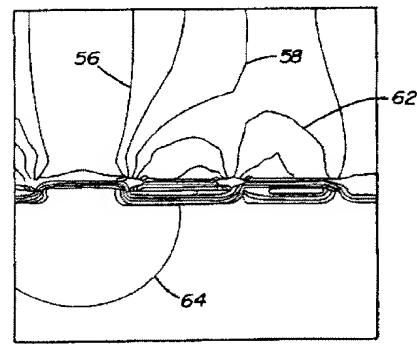


FIGURE 21B

| | | |
|--|--|---|
| 国際検索報告 | | International Application No. PCT/US92/01065 |
| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC: G01G 1/00, G01F 1/00, G01F 3/00, G01J Int.Cl.: G01G 1/00, G01F 1/00, G01F 3/00 Arrangement of International Patent Classification (IPC) or in both addition) classificatory and IPC | | |
| B. FIELDS SEARCHED (Important documents involved (classification system followed by classification symbols): U.S. : 434/400, 446, 448, 450, 908, 912, 94, 734, 611, 694, 762, 394/172.1, 390/55 Documentation can refer either to invention documentation or to extent that such documents are included in the fields searched | | |
| Electronical data base consulted during the international search (name of data base and, where applicable, search terms used) | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category | Classification of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Referent to sheet No. |
| Y,P | US, A, 5,147,732 (SHIROISHI ET AL) 15 SEPTEMBER 1992; See Example 3, Figure 2. | 1-27 |
| Y | US, A, 3,677,843 (REISS) 18 JULY 1972; See Figure 1. | 1-27 |
| Y | US, A, 5,041,922 (WOOD ET AL) 20 AUGUST 1991; See Example 3. | 1-27 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex. | | |
| <small>Some reference of cited documents:</small> "A" - earliest date of publication of the entire scope of the art which is not intended to be part of the claimed invention. "C" - earliest date of publication of the entire scope of the art which is not intended to be part of the claimed invention. "D" - earliest date of publication of a prior art document which is not intended to be part of the claimed invention. "E" - earliest date of publication of a prior art document which is not intended to be part of the claimed invention. "F" - earliest date of publication of a prior art document which is not intended to be part of the claimed invention. | | |
| Date of the search completion of the international search | | Date of mailing of the international search report |
| 23 JANUARY 1993 | | 24 MAR 1993 |
| Name and mailing address of the ISA/US Int'l Preliminary Examination and Trademark Office PCT Washington, D.C. 20530 Fax/Phone No. NOT APPLICABLE | | Authorized officer ROBERT I. POLLITT Telephone No. (202) 208-7221 |

フロントページの続き

(51) Int.Cl. * 識別記号 場内整理番号 F I
 C 2 3 C 14/34 P 8414-4K
 G 1 1 B 5/02 A 7426-5D
 5/85 C 7303-5D
 H 0 1 F 1/00
 10/08 8019-5E

(72) 発明者 ホラース デニス アール
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州
 95030 ロス ガスト スカイヴィュー
 テラス 23550
 (72) 発明者 ズーベック ロバート ビー
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州
 94024 ロス アルトス リサ レーン
 1102
 (72) 発明者 リー ヒュン ジェイ
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州
 95136 サン ホセ ワー ワゴン コー
 ト 52
 (72) 発明者 レイネン フランク アール
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州
 95014 クーパーティノ レグナート ロ
 ード 21571

(72) 発明者 ウォード キース エイ
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州
 95118 サン ホセ ジョセフ レーン
 5125
 (72) 発明者 クラット モーリーン ディー
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州
 95136 サン ホセ ヴァリー フォージ
 ウエイ 3391
 (72) 発明者 ポープ ナンシー エイ
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州
 94025 メンロパーク ヘンダーソン ア
 ペニー 1017
 (72) 発明者 ハートマン アルバート エル ダブリュ
 一
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州
 94306 バロ アルト ベン ロモンド
 ドライブ 4013